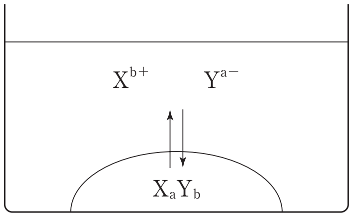
第41講　溶解度積

1　固体の溶解平衡

⑴　溶解度積（難溶性物質）

(i)　溶解度積



X_aY_b(固) $\rightleftarrows$ aX^{b+} ＋ bY^{a-} において

$$K=\frac{[X^{b+}]^a[Y^{a-}]^b}{[X_aY_b(固)]}$$

固体の濃度は一定なので，

$$K[X_aY_b(固)]=\underbrace{K_{sp}}_{溶解度積}=[X^{b+}]^a[Y^{a-}]^b$$

※沈殿の有無判定

溶液中のX^{b+}とY^{a-}の濃度の積を溶解度積K_{sp}と比較する。

$[X^{b+}]^a[Y^{a-}]^b$ ＜ K_{sp} …… 沈殿なし

$[X^{b+}]^a[Y^{a-}]^b$ ＝ K_{sp} …… 飽和溶液（沈殿が生じる瞬間）

$[X^{b+}]^a[Y^{a-}]^b$ ＞ K_{sp} …… 沈殿あり（沈殿＋飽和溶液）

第41講　演習問題

1　塩化銀は水に難溶性の塩であり，飽和水溶液中では①式で示した平衡状態にある。このとき温度が一定であれば，この飽和水溶液中の銀イオンと塩化物イオンのモル濃度の積（溶解度積：K_{sp}）は一定であり，②式で表される。

$AgCl(固) \rightleftarrows Ag^{+} + Cl^{-}$　…①　　$K_{sp} = [Ag^{+}][Cl^{-}]$　…②

(1)と(2)に答えなさい。ただし，$K_{sp} = 1.0 \times 10^{-10} (mol/L)^2$ とする。

(1)　0.10mol/L塩化ナトリウム水溶液50mLに，0.10mol/L硝酸銀水溶液50mLを加えてよく混ぜた。この溶液中の銀イオンのモル濃度(mol/L)はいくらか。最も近い値をa〜fから選びなさい。

a　5.0×10^{-11}　　b　1.0×10^{-10}　　c　5.0×10^{-6}　　d　1.0×10^{-5}
e　5.0×10^{-2}　　f　1.0×10^{-1}

(2)　0.10mol/L塩化ナトリウム水溶液50mLに，0.10mol/L硝酸銀水溶液25mLを加えてよく混ぜた。この溶液中の銀イオンのモル濃度(mol/L)はいくらか。最も近い値をa〜fから選びなさい。

a　1.0×10^{-10}　　b　2.0×10^{-10}　　c　3.0×10^{-10}　　d　1.0×10^{-9}
e　2.0×10^{-9}　　f　3.0×10^{-9}

2　次の文章を読み，問1～3に答えよ。ただし，$\sqrt{2}=1.4$，$\sqrt{3}=1.7$，$\sqrt{5}=2.2$とする。

硫化銅CuSや硫化亜鉛ZnSはともに水に溶けにくい塩である。これらの飽和水溶液中では，次式の電離平衡が成り立っている。

$CuS \rightleftarrows Cu^{2+} + S^{2-}$　(1)　　$ZnS \rightleftarrows Zn^{2+} + S^{2-}$　(2)

(1),(2)の溶解度積はそれぞれ$K_{sp1} = 6.5 \times 10^{-30}\,mol^2/L^2$, $K_{sp2} = 2.0 \times 10^{-18}\,mol^2/L^2$とする。これらのイオンを含む水溶液に硫化水素を通すと，硫化物が沈殿することがある。
硫化水素は水に溶解すると次のような電離平衡が成立する。

$H_2S \rightleftarrows 2H^+ + S^{2-}$　(3)

(3)の電離定数は，$K_a = 1.0 \times 10^{-22}\,mol^2/L^2$である。なお，硫化水素を十分に吹き込んだときの$H_2S$の濃度は，水素イオン濃度に無関係で常に0.10 mol/Lとし，pHを変化させたときの水溶液の体積変化はないものとする。

問1　銅イオンと亜鉛イオンをそれぞれ0.010 mol/L含む混合水溶液をpH2に保ちながら硫化水素を十分に吹き込んだ。このとき生じる沈殿物の化学式を記せ。

問2　問1において硫化水素を十分に吹き込んだ後の溶液中の銅イオンの濃度(mol/L)として，最も近い値はどれか。

1. 1.5×10^{-10}　2. 2.0×10^{-10}　3. 6.5×10^{-10}
4. 1.5×10^{-11}　5. 2.0×10^{-11}　6. 6.5×10^{-11}

問3　亜鉛イオンを0.010 mol/L含む水溶液に，硫化水素を十分に吹き込んだ。この水溶液のpHを変化させたとき，硫化亜鉛が沈殿しはじめる水素イオン濃度(mol/L)として，最も近い値はどれか。

1. 1.4×10^{-8}　2. 2.2×10^{-8}　3. 5.0×10^{-8}
4. 1.4×10^{-4}　5. 2.2×10^{-4}　6. 5.0×10^{-4}

第41講　確認テスト

1　表1に示す濃度の硝酸銀水溶液100 mLと塩化ナトリウム水溶液100 mLを混合する実験Ⅰ～Ⅲを行った。実験Ⅰ～Ⅲでの沈殿生成の有無の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，塩化銀の溶解度積を，1.8×10^{-10} (mol/L)^2 とする。

表1

	硝酸銀水溶液の濃度〔mol/L〕	塩化ナトリウム水溶液の濃度〔mol/L〕
実験Ⅰ	2.0×10^{-3}	2.0×10^{-3}
実験Ⅱ	2.0×10^{-5}	2.0×10^{-5}
実験Ⅲ	2.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}

	実験Ⅰでの沈殿生成の有無	実験Ⅱでの沈殿生成の有無	実験Ⅲでの沈殿生成の有無
①	有	有	有
②	有	有	無
③	有	無	有
④	有	無	無
⑤	無	有	有
⑥	無	有	無
⑦	無	無	有
⑧	無	無	無

第41講　演習問題

1　(1)　d　(2)　f

2　問１　CuS

問２　6

問３　5

第41講　確認テスト

1　④

【解説】

硝酸銀水溶液100 mLと塩化ナトリウム水溶液100 mLを混合すると，全体の体積が200 mLになる（2倍に希釈される）ため，それぞれの溶液の濃度は半分になることに気をつけよう。

それぞれの混合溶液の銀イオンと塩化物イオンの濃度の積は次のようになる。

実験Ⅰ　$(1.0 \times 10^{-3})(1.0 \times 10^{-3}) = 1.0 \times 10^{-6}$　$(\mathrm{mol/L})^2$

実験Ⅱ　$(1.0 \times 10^{-5})(1.0 \times 10^{-5}) = 1.0 \times 10^{-10}$　$(\mathrm{mol/L})^2$

実験Ⅲ　$(1.0 \times 10^{-5})(0.5 \times 10^{-5}) = 5.0 \times 10^{-11}$　$(\mathrm{mol/L})^2$

これらの中で塩化銀の溶解度積$1.8 \times 10^{-10} (\mathrm{mol/L})^2$を超えているのは実験Ⅰのみである。